

Подготовительные процессы обогащения

УДК 622.731

Е.В. ФЕДОСКИНА

ОБ ОЦЕНКЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ВИБРАЦИОННОЙ ЩЕКОВОЙ ДРОБИЛКИ

Приведено результати здрібнювання різних матеріалів у вібраційної щоків дробарці. Показано розходження в оцінці продуктивності щоківих і вібраційних щоківих дробарок. Запропоновано продуктивності віброщоківих дробарок визначати через пропускну здатність і коефіцієнт ефективності дроблення.

Ключові слова: продуктивність, пропускну здатність, вібраційна щоків дробарка, коефіцієнт ефективності дроблення.

Приведены результаты измельчения различных материалов в вибрационной щековой дробилке. Показано различие в оценке производительности щековых и вибрационных щековых дробилок. Предложено производительности виброщекowych дробилок определять через пропускную способность и коэффициент эффективности дробления.

Ключевые слова: производительность, пропускная способность, вибрационная щековая дробилка, коэффициент эффективности дробления.

Одним из основных технологических параметров дробильно-измельчительных машин является их производительность.

В щековых дробилках простого и сложного движения щеки производительность определяется из условия наибольшего объема призмы разгружаемого материала за один оборот вала дробилки. Объем призмы, основание которой имеет вид трапеции, зависит от высоты трапеции, принимаемой из условия свободного падения материала и величины большего основания трапеции, ограничивающей разгрузку кусков материала выше допустимого значения. Таким образом весь разгружаемый материал имеет крупность в заданных пределах, что позволяет считать производительность дробилки и ее пропускную способность одинаковой.

Высота трапеции связана с частотой колебаний щеки и частотой вращения вала дробилки зависимостью [1]

$$n = 30 \frac{\sqrt{g}}{2h}, \text{ об/мин}$$

где g – ускорение свободного падения; h – высота трапеции (высота разгружаемого материала); n – частота вращения вала дробилки

Эта частота, при фиксированных остальных параметрах призмы, соответствует максимальной производительности, а следовательно и пропускной способности дробилки.

Увеличение частоты качаний щеки до некоторого значения приводит к

уменьшению объема разгружаемого материала за один период и снижению пропускной способности дробилки.

Значительное увеличение частоты колебаний щек (1000...1500 кол/мин и более вместо 100...500) привела к созданию нового типа дробилок – вибрационных щековых, реализующих высокочастотный ударный принцип разрушения материала.

Вибрационные щековые дробилки хорошо зарекомендовали себя в металлургической, огнеупорной, химической и других отраслях промышленности при получении мелкозернистого продукта из материалов, обладающих значительной прочностью и абразивностью [2].

Принципиальная конструктивная схема дробилки с маятниковым подвесом дробящих щек приведена на рис.1.

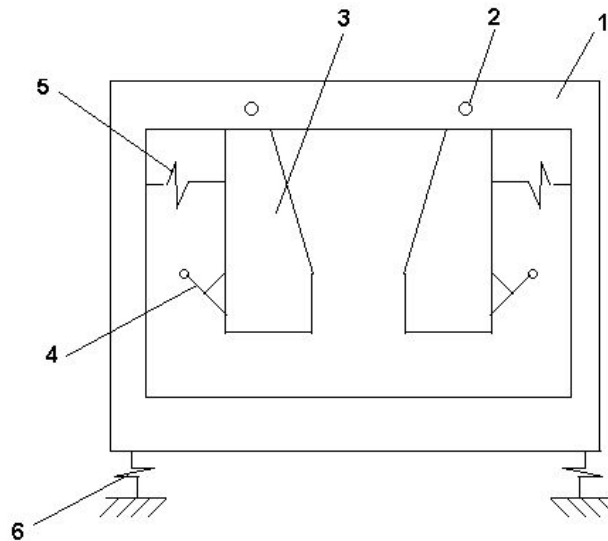


Рис.1

Рис. 1.

В корпусе 1 посредством осей подвеса 2 установлены дробящие щеки 3, на каждой из которых расположены инерционные вибровозбудители 4. Корпус со щеками и опорной рамой связан упругими элементами 5, 6. Колебательное движение щек задается инерционными силами, возникающими от неуравновешенной массы вращающихся дебалансных валов, дробление материала осуществляется посредством удара.

При таком конструктивном решении ширина разгрузочной щели в процессе дробления материала может значительно изменяться, что влечет за собой получение дробленого продукта с широким диапазоном крупности, причем часть дробленого продукта может превышать требуемую крупность. Этому способствует и ударный характер приложения нагрузки к материалу, зачастую не обеспечивающий полноту разрушения исходного продукта, особенно при получении мелкозернистых и порошковых материалов. Несмотря

Подготовительные процессы обогащения

на принципиальное различие в конструктивной схеме с способе воздействия на материал, производительность вибрационной щековой дробилки в настоящее время определяется аналогично щековым дробилкам и соответствует ее пропускной способности [3,4]. Некорректность такого подхода к определению производительности подтверждается проведенными исследованиями по дроблению различных материалов. На рис.2 представлен гранулометрический состав дробленого ферросилиция исходная крупность которого составляла 20-30 мм, а величина подачи (т.е. пропускная способность) – 120 кг/ч.

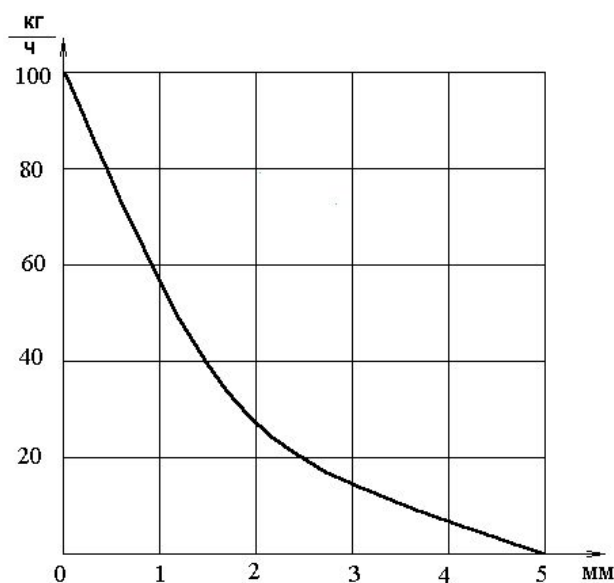


Рис.2

Рис. 2.

Производительность дробилки могла быть равной ее пропускной способности (120 кг/ч) при условии, что крупность готового продукта менее 5 мм. Однако согласно техническим требованиям готовым продуктом является ферросилиций крупностью 0,5 мм, выход которого составил 30%, а производительность дробилки – 36 кг/ч.

Выход готового продукта, т.е. производительность дробилки, зависит не только от физико-механических свойств материала, но и от ее динамических и конструктивных параметров.

На рис.3 показан гранулометрический состав измельченной чугуной дробы при различной высоте параллельной зоны и фиксированных остальных параметрах дробилки.

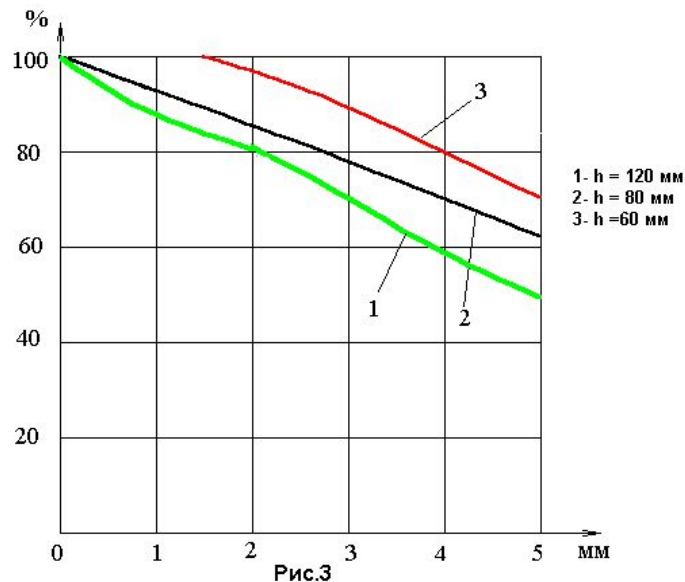


Рис. 3.

Подача материала в дробилку составляла 750 кг/ч, исходная крупность 5-10 мм. Готовым продуктом являлась колотая дробь крупностью менее 3 мм. Как видно из графика, при высоте параллельной зоны 120 мм выход готового продукта составляет 35%, а при высоте 60мм – 15%. Производительность дробилки составила соответственно 262 кг/ч и 112 кг/ч при одной и той же пропускной способности 750 кг/ч.

На рис.4 представлен график изменения производительности дробилки в зависимости от частоты колебаний щеки при постоянной пропускной способности 900 кг/ч. Перерабатываемый материал – феррохром исходной крупностью 30-50 мм, готовый продукт – 0,56 мм.

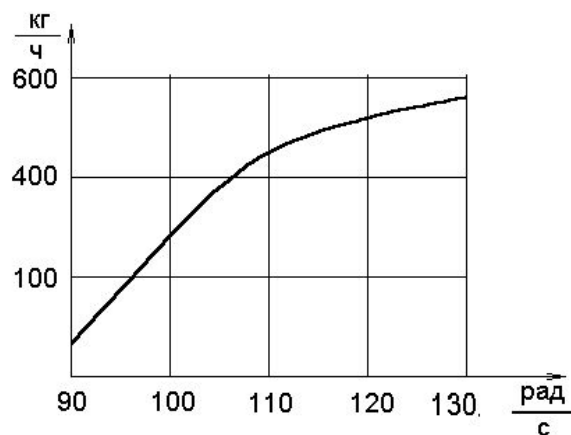


Рис.4

Рис. 4.

Анализ полученных результатов свидетельствует о наличии в дробленом

Подготовительные процессы обогащения

продукте значительного количества избыточных зерен (иногда 80 – 90%), которое может быть оценено коэффициентом эффективности дробления $K_э$, имеющим вид

$$K_э = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_{пр}} 100\%$$

где Q_1 – количество готового продукта, кг; Q_2 – количество готового продукта в исходном, кг; $Q_{пр}$ – количество исходного продукта (пропускная способность дробилки), кг.

Тогда производительность дробилки составит

$$Q = K_э \cdot Q_{пр}$$

Таким образом, при рассмотрении вибрационных щековых дробилок (особенно для получения мелкозернистых материалов) необходимо различать их пропускную способность и производительность, которые могут значительно отличаться и зависят от конструктивных и динамических параметров дробилки.

Список литературы

1. Клушанцев Б.В. и др. Дробилки. Конструкция, расчет, особенности эксплуатации. М: Машиностроение, 1990. – 320с.
2. Франчук В.П., Федоскин В.А., Плехотник В.В. Перспективы применения вибрационных щековых дробилок для измельчения материалов// «Обогащение полезных ископаемых»: Научно-технический сборник. –Вып.40. – Днепропетровск, 1990. – С. 3-6.
3. Лавров Б.П., Кириченко Л.И., Туркин В.Я. Теоретический расчет производительности ударно-вибрационной щековой дробилки// «Обогащение руд», №1, 1973. – с.32-34.
4. Банашевский Т., Кобылка Р. Исследование влияния конструктивно-кинематических параметров на производительность вибрационных щековых дробилок., 1978. Пер. с польского № В- 45283

*Поступила в редколлегию 22.04.2004 г.
Рекомендована к публикации*

УДК 622. 742. 002. 5

В.П. НАДУТЫЙ, д-р техн. наук,
Е.С. ЛАПШИН, канд. техн. наук

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ВИБРАЦИОННЫХ ГРОХОТОВ

Проаналізовано основні проблеми в області створення вібраційних грохотів. З урахуванням результатів математичного моделювання процесу запропоновані шляхи їхнього удосконалювання.

Ключові слова: грохот, параметри, ефективність, модель, сегрегація, просівання, вібротранспортування.

Проанализированы основные проблемы в области создания вибрационных грохотов. С учетом результатов математического моделирования процесса предложены пути их совершенствования.

Ключевые слова: грохот, параметры, эффективность, модель, сегрегация, просеивание, вибротранспортирование.

Вибрационные грохоты являются одним из основных механизмов в цикле переработки горной массы до уровня товарной продукции. Разнообразие сырья, его физико-механических свойств, влияние погодных и климатических факторов, различные особенности технологий требуют возможности адаптации грохотов к конкретным, порой изменяющимся, причем нередко за малый промежуток времени, условиям эксплуатации. Серийные вибрационные грохоты не всегда обеспечивают получение нужного качества продуктов классификации, имеют высокие энергозатраты и низкую надежность. Чрезвычайно сложная ситуация с мелким и тонким грохочением, в котором все проблемы обостряются и требуют отдельного подхода в их решении. В нынешней сырьевой, энергетической и экологической ситуациях к грохотам предъявляются особые требования. Это прежде всего:

- повышение эффективности классификации и удельной производительности при одновременном снижении металло- и энергоемкости;
- увеличение срока службы просеивающих поверхностей и машины в целом;
- снижение уровня вибрации и шума.

В настоящее время ни один из серийных грохотов не удовлетворяет этим требованиям.

Поэтому цель данной работы – выявления перспективных направлений совершенствования вибрационных грохотов.

Опыт эксплуатации грохотов, а также многочисленные экспериментальные исследования, выполненные различными авторами, свидетельствуют о том, что эффективность классификации зависит от следующих режимных и конструктивных параметров: амплитуды и частоты колебаний рабочего органа, угла вибрации, удельной нагрузки, длины, ширины и наклона просеивающей поверхности, а также размера ячейки. Важно отметить, что показатели эффективности грохочения в зависимости от каждого из перечисленных параметров имеют экстремум или рациональную область, причем для разных по крупности, плотности и влажности материалов эта область изменяется [1,2]. Отсюда следуют две задачи. Первая, выявление области рациональных параметров для конкретного сырья. Вторая, обеспечение оперативного

управления параметрами.

Первая задача может быть решена экспериментально, но такой путь связан с длительными и трудоемкими натурными технологическими испытаниями. В этой связи следует отметить мировую тенденцию – переход к численному моделированию. Для этого необходимы программы, позволяющие решать весь комплекс задач, связанных с применением грохочения. Такие программы могут быть созданы только на основе углубленного изучения физики процесса грохочения и адекватном его моделировании, что сделано в работе [3]. Существующие модели не позволяют анализировать влияние на кинетику грохочения таких составляющих процесса, как сегрегация, просеивание и вибротранспортирование, что сдерживает повышение эффективности и производительности грохочения.

В этой связи Институтом геотехнической механики НАН Украины на основе теории марковских цепей и статистической физики разработана математическая модель процесса грохочения, комплексно учитывающая сегрегацию, просеивание, вибротранспортирование, форму частиц, забивание и самоочистку просеивающей поверхности, гранулометрический состав сырья, а также изменение высоты слоя [4-6]. Предложен критерий, позволяющий судить о рациональной организации процесса грохочения [7]. Он основан на отношении потоков вероятностей, связанных с сегрегацией и просеиванием.

Математическая модель является эффективным средством для анализа существующих процессов грохочения с целью выявления резервов и синтеза разрабатываемых [8].

Установлено, что по длине просеивающей поверхности следует изменять хотя бы один из параметров: амплитуду, частоту, угол вибрации или наклона. К такому выводу приходили и ранее, но впервые появилась возможность их рассчитать для конкретного вида сырья и производительности. Существующая тенденция в создании грохотов большой длины с постоянной амплитудой вдоль просеивающей поверхности не рациональна. Гораздо эффективнее последовательно устанавливать несколько коротких грохотов с индивидуальными режимами.

Численные эксперименты показали, что резервом в повышении эффективности служит формирование потока сырья, подаваемого на грохот, с рациональным распределением крупности частиц по высоте слоя. Целесообразно также в процессе грохочения производить отбор верхней части слоя, где в результате сегрегации отсутствуют мелкие частицы.

Разработанная модель позволяет для конкретного сырья определить рациональные режимные и конструктивные параметры. И здесь во всей своей остроте возникает вторая задача, а как обеспечить их оперативное регулирование? Серийные грохоты такой возможности не имеют. Перспективным представляется применение частотных регуляторов оборотов,

которые сравнительно недороги и надежны в эксплуатации. Конечная цель – создание автоматизированной системы управления работой грохота.

Следует отметить важность разработок новых динамических схем грохотов, обеспечивающие самоподстраивание колебательной системы при изменении нагрузки.

С точки зрения эксплуатационных показателей, то серийные грохоты имеют ряд недостатков. Один из них – низкий срок службы штатных просеивающих поверхностей. В зависимости от условий эксплуатации (крупность, плотность, абразивность, удельная нагрузка) металлические сетки не удовлетворяют требованиям производства по сроку службы и приводят к значительным затратам средств и времени на их замену. К этому следует добавить и потери, связанные с простоями оборудования. Применение полимерных поверхностей из резины, полиуретана, полиамида и т. д. повышает срок службы, однако в их производстве нет стандартизации, много произвола в ценовой политике и технологической дисциплине. Отсутствует тесный контакт между производителями грохотов и просеивающих поверхностей. А вместе с тем в этом вопросе четко определена перспектива в совершенствовании вибрационного грохочения. Например, использование динамически активных просеивающих поверхностей позволяет интенсифицировать процесс грохочения при меньшей мощности привода. При этом снижается напряженное состояние корпуса грохота и повышается его срок службы. Если учесть положительное влияние от применения резиновых упругих опор (отсутствие мгновенного отказа, плавность переходных режимов, снижение уровня шума), то использование этих двух решений позволяет существенно повысить эксплуатационные, технологические и эргономические характеристики вибрационных грохотов, снизить их металлоемкость и энергонасыщенность. Оснащение всего типоразмерного ряда серийных виброгрохотов резиновыми просеивающими поверхностями и амортизаторами может быть централизовано – для этого нужны лишь заявки.

В заключение следует отметить, что замена металлической сетки полимерной просеивающей поверхностью, как правило, требует корректировки режимных параметров, ибо они имеют меньшее живое сечение и больший коэффициент усиления колебаний, что изменяет соотношение между потоками вероятностей, обусловленных сегрегацией и просеиванием. Это может быть выполнено на основе разработанной математической модели.

Предложенные направления совершенствования вибрационных грохотов планируется использовать при создании новых и модернизации существующих машин.

Список литературы:

- 1.Надутый В.П. Моделирование и средства интенсификации дробильно-

сортировочных комплексов. –Днепропетровск: НГУ Украины, 2002. – 203 с.

2. **Надутый В.П., Калиниченко В.В.** Нелинейный анализ работы вибрационного грохота с учетом влажности горной масс // Науковий вісник НГУ України. – Дніпропетровськ. – 1999. – №6. – С.93-94.

3. **Вайсберг Л.А., Рубисов Д.Г.** Вибрационное грохочение сыпучих материалов: моделирование процесса и технологический расчет. – С.-Петербург: Ин-т "Механообр", 1994. – 47 с.

4. **Лапшин Е.С.** Математическое моделирование процесса грохочения с использованием цепи Маркова // Збагачення корисних копалин: Наук.-техн. зб. – 1999. – №5 (46). – С.30-34.

5. **Надутый В. П., Лапшин Е.С.** Кинематика сыпучей среды при вибрационном грохочении // Вибрации в технике и технологиях.– 2003.– №5(31).– С.51-54.

6. **Надутый В.П., Лапшин Е.С.** Вероятностное модельное представление вибрационного просеивания слоя частиц // Вибрации в технике и технологиях.– 2001.– №3 (19).– С.18-20.

7. **Лапшин Е.С.** Вероятностный критерий согласования процессов сегрегации и просеивания при вибрационном грохочении // Вибрации в технике и технологиях.– 2002.– №1(22).– С.36-38.

8. **Надутый В.П., Лапшин Е.С.** Перспектива совершенствования процесса классификации горной массы // Материалы IV Промышленной конф. С междунар. участием, 2 – 7 февраля 2004 г. – К.; 2004. – С. 110-112.

*Поступила в редколлегию
Рекомендована к публикации*

УДК 621.926.54: 622.733

В.П. ФРАНЧУК, д-р техн. наук,

А.В. АНЦИФЕРОВ, канд. техн. наук,

А.И. ЕГУРНОВ, директор ГП "ГПКИ Гипромашобогашение",

А.А. ТИТОВ, канд. техн. наук

О ПЕРСПЕКТИВАХ ТОНКОГО ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ УГЛЯ В ВЕРТИКАЛЬНОЙ ВИБРАЦИОННОЙ МЕЛЬНИЦЕ

Наведено результати експериментальних досліджень щодо визначення раціональних параметрів технологічного завантаження вертикального вібраційного млина для тонкого подрібнювання вугілля. Доведено, що вертикальний вібраційний млин має значно вищу питому продуктивність та менше енергоспоживання при подрібнюванні вугілля до крупності 0,02...0,063 мм, ніж барабанний.

Ключові слова: вертикальний вібраційний млин, технологічне завантаження, тонке подрібнювання, вугілля.

Приведены результаты экспериментальных исследований по определению

Подготовительные процессы обогащения

рациональных параметров технологической загрузки вертикальной вибрационной мельницы для тонкого измельчения угля. Доказано, что вертикальная вибрационная мельница имеет значительно более высокую удельную производительность и меньшее энергопотребление при измельчении угля до крупности 0,02...0,063 мм, чем барабанная.

Ключевые слова: вертикальная вибрационная мельница, технологическая загрузка, тонкое измельчение, уголь.

Вертикальная вибрационная мельница имеет несколько преимуществ перед вращающейся барабанной, два из которых – высокая пропускная способность и повышенная до 3...5 раз удельная производительность [1]. Это обстоятельство еще более существенно при средних и малых объемах переработки материалов и необходимости получения весьма тонких конечных продуктов. Высокая технологическая эффективность достигается благодаря самотечному движению материала вниз вдоль помольной камеры 1 и интенсивным высокочастотным соударениям мелющих тел 2 под действием жесткого эксцентрикового вибровозбудителя 3 (рис. 1).

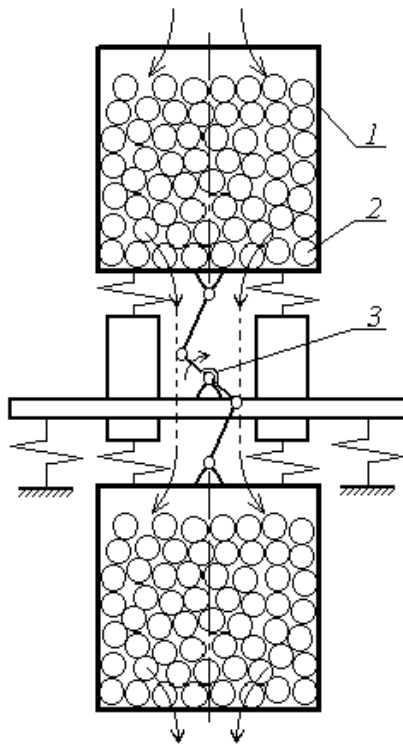


Рис. 1. Схема вертикальной вибрационной мельницы

Рис. 1. Схема вертикальной вибрационной мельницы

Сегодня тонкоизмельченный уголь практически не производится, а необходимость в нем уже возникла, в частности, для получения водноугольного топлива. Поэтому цель исследований – установить, насколько целесообразно

применение вертикальных вибрационных мельниц для измельчения угля с высокой тониной помола.

Помолы проводил на лабораторной мельнице МВВЛ-3 с уровнем амплитудного виброускорения помольной камеры 7...8 g. Исходный материал – антрацит фракции -3+0 или -1+0 мм. Сначала необходимо было подобрать рациональные параметры внутрикамерной загрузки (диаметр мелющих тел, количество материала в помольной камере), при которых измельчение протекало бы наиболее эффективно. После этого определяли удельную энергоёмкость процесса для получения тонких фракций.

При проведении эксперимента изменяли факторами являлись время измельчения, объемный коэффициент заполнения помольной камеры материалом K_{OB} и диаметр мелющих тел (стальных шаров) D . Анализ гранулометрического состава производили на ситах 0,063...2 мм.

На рис. 2 приведены зависимости удельной производительности помола q по классу -0,063+0 мм, где время измельчения гарантировало максимальные значения удельной производительности при прочих равных условиях, а на рис. 3 – зависимости удельной энергоёмкости измельчения антрацита w для разных конечных классов крупности d исходного материала -3+0 мм при рациональных значениях коэффициента K_{OB} .

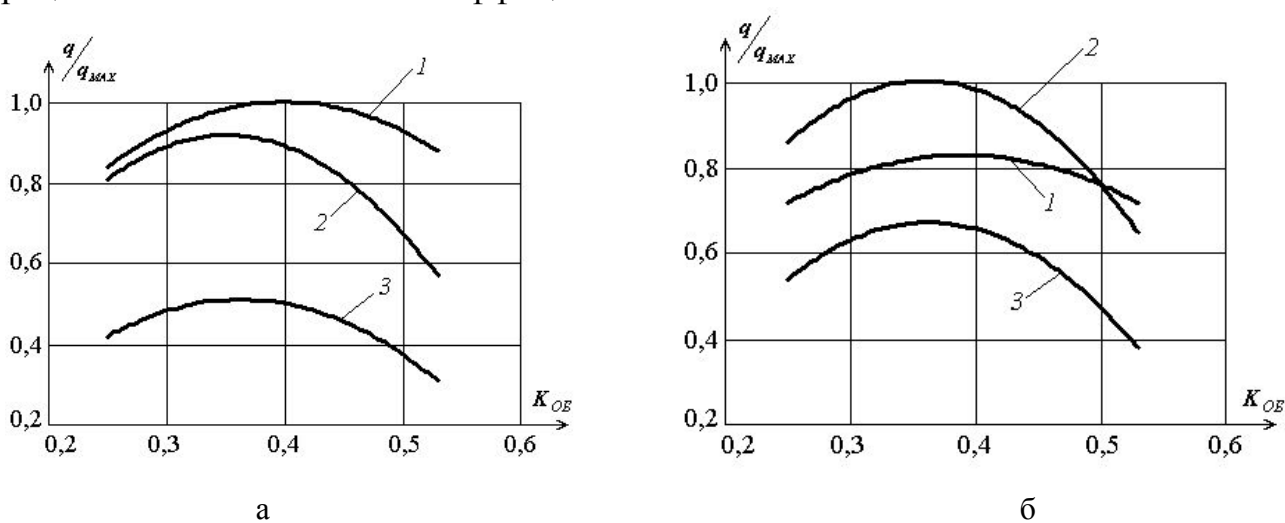


Рис. 2. Зависимость удельной производительности мельницы от объемного коэффициента заполнения помольной камеры исходным материалом -3+0 мм (а), и -1+0 мм (б) при диаметре шаров, мм, 18 (1), 10 (2) и 6 (3)

Анализ экспериментальных данных показал, что

- зависимость удельной производительности измельчения от уровня заполнения помольной камеры материалом имеет явно выраженный максимум, положение которого определяется в основном диаметром применяемых шаров

и слабо зависит от крупности материала;

- для крупного исходного материала (-3+0 мм) более приемлимые шары диаметром 18 мм, для мелкого (-1+0 мм) – диаметром 10 мм. Причем, эффективность измельчения повышается за счет выбора более мелких шаров как при снижении крупности питания, так и конечного продукта;

- удельная производительность вертикальной вибрационной мельницы по антрациту класса -0,063+0 мм достаточно высокая и составляет 2,5...3,5 т/(ч·м³).

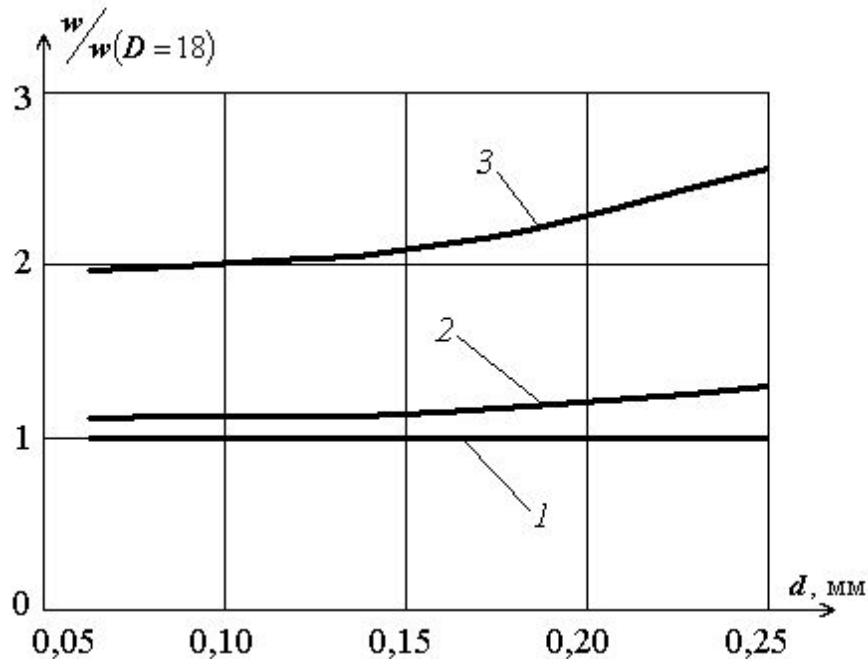


Рис. 3. Относительная зависимость удельной энергоемкости измельчения от конечной крупности при диаметре шаров, мм, 18 (1), 10 (2) и 6 (3)

При сравнении результатов измельчения рассматриваемой мельницы с барабанной возникли проблемы, т.к. данные по измельчению угля до крупности менее 0,1 мм практически отсутствуют. Поэтому энергоемкость измельчения в барабанных мельницах определялась для сходных с углем материалов, а различия учитывались разницей в индексах работы дробления по Бонду [2].

Так, расчеты показали, что при конечном продукте -0,063+0 мм энергоемкость измельчения в вертикальной вибрационной мельнице на 15...50% ниже, чем во вращающейся барабанной.

Далее, сравнивая динамику роста энергозатрат на измельчение при увеличении тонины помола в барабанной [3] и вертикальной вибрационной мельницах, определено, что при конечной крупности -0,02+0 мм разница в энергоемкости процесса для указанных мельниц составила уже 45...70%. Прогнозируемая удельная производительность вертикальной вибрационной

мельницы – $1,5 \dots 2,0 \text{ т/}(\text{ч} \cdot \text{м}^3)$.

Учитывая опыт измельчения других материалов в вертикальной вибрационной мельнице, ожидается дополнительное повышение качества конечного продукта при совместном помоле угля с водной средой для получения однородного по составу и активированного водно-угольного топлива.

Следует также учесть, что при переходе от лабораторного к промышленным образцам вертикальной вибрационной мельницы эффективность процесса будет еще выше за счет эффекта масштабности.

Выводы:

1. При измельчении антрацита до крупности $0,063 \text{ мм}$ установлено влияние на процесс таких факторов, как диаметр мелющих тел и коэффициент объемного заполнения помольных камер измельчаемым материалом.

2. Удельная производительность вертикальной вибрационной мельницы составляет $2,5 \dots 3,5 \text{ т/}(\text{ч} \cdot \text{м}^3)$ по классу $-0,063+0 \text{ мм}$ и $1,5 \dots 2,0 \text{ т/}(\text{ч} \cdot \text{м}^3)$ по классу $-0,02+0 \text{ мм}$.

3. Переход на измельчение угля в вертикальных вибрационных мельницах позволяет, по сравнению с барабанными, снизить удельные затраты энергии на измельчение не менее чем на $15 \dots 50\%$ для класса $-0,063+0 \text{ мм}$ и на $45 \dots 70\%$ для класса $-0,02+0 \text{ мм}$.

Список литературы:

1. Определение технологических параметров вертикальной вибрационной мельницы / В.П. Франчук, А.Г. Кухарь, П.Н.Зубов и др. // Техника и технология обогащения руд. – М.: Недра, 1975. – С. 78-88.

2. Справочник по обогащению руд. В 3-х т.: Т. 1. Подготовительные процессы / Под ред. О.С. Богданова. – М.: Недра, 1972. – 448 с.

3. Андреев С.Е., Перов В.А., Зверевич В.В. Дробление, измельчение и грохочение полезных ископаемых. – М.: Недра, 1980. – 415 с.

*Поступила в редколлегию
Рекомендована к публикации*

УДК

Е.С. ЗАПАРА канд. техн. наук,
А.Л. КОХАНЮК

**О ВЛИЯНИИ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА ОБОГАЩАЕМОГО
МАТЕРИАЛА НА ЗАСОРЕНИЕ ОТСАДОЧНОГО РЕШЕТА.**

Пропонується метод підбору розміру отворів відсаджувального решета виходячи з гранулометричного та фракційного складу матеріалу що збагачується.

Ключові слова: відсаджувальне решето, грансклад, вибір розміру отворів.

Предлагается метод подбора размера ячейки отсадочного решета исходя из гранулометрического и фракционного состава обогащаемого материала.

Ключевые слова: отсадочное решето, грансостав, подбор размера ячейки.

Широко используется при обогащении полезных ископаемых гидравлическая отсадка [1-3]. Процесс засорения во время работы отсадочного решета обогащаемым материалом отрицательно сказывается на эффективности процесса отсадки и зачастую приводит к вынужденным остановкам всего технологического процесса для очистки решета от зерен материала [2-3]. На обогатительных фабриках Украины в качестве отсадочного решета применяются либо шпальтовые либо штампованные металлические сита с размером ячейки 6×20 и 4×20 мм. Реже применяются решета с размером ячейки меньшей стороны ячейки более 6мм. [4]. Применение щелевидной формы ячейки при отсадке угля с естественной постелью объясняется главным образом стремлением снизить засорение отсадочного решета.

Рассмотрим задачу подбора оптимального размера ячейки решета исходя из условия минимальной вероятности засорения ячеек. Согласно общеизвестным теориям классификации полезных ископаемых по крупности на грохотах различных типов [5], наибольшая вероятность застревания зерен материала в ячейках сита у тех частиц, размер которых близок к размеру ячейки. Опыт грохочения [4-5] показывает, что частицы являются "трудными" для прохождения через ячейки сита, если их размер находится в диапазоне

$$0,8d < d_1 < 1,2d \quad (1)$$

где, d – размер ячейки сита; d_1 – размер частицы.

Частицы материала размер которых меньше или больше указанного размера d_1 считаются для грохочения "легкими" [5].

Процесс разделения угля по плотности проходит на отсадочном решете под действием периодических пульсаций воды. Тяжелые продукты удаляются из отсадочной машины при помощи механических разгрузчиков и частично через отсадочное решето. В целом процесс прохождения частиц через отсадочное решето аналогичен процессу разделения материалов по крупности. Причем определяющим размером при использовании щелевидной ячейки является размер меньшей стороны, так как размер большей стороны больше максимального размера зерна материала. Поэтому под размером ячейки будем подразумевать размер её меньшей стороны.

Подготовительные процессы обогащения

Выход "трудных" зерен для фракций составит:

$$\gamma = \gamma_d \cdot \gamma_n \quad (2)$$

где, γ_d – выход класса близкого к размеру ячейки d отсадочного решета; γ_n – выход соответствующей фракции.

$$\gamma_d = \gamma_{0.8d} - \gamma_{1.2d} \quad (3)$$

где, $\gamma_{1.2d}$ – выход по плюсу класса +1,2 размера ячейки решета; $\gamma_{0.8d}$ – выход по плюсу класса +0,8 размера ячейки решета.

Частицы угля имеют сложную форму которая трудно поддается математическому описанию. Обычно при исследовании процесса отсадки частицы материала рассматривают, с рядом допущений, как имеющие форму шара. При рассмотрении процесса засорения ячеек отсадочного решета также принимаем допущение, что все частицы имеют форму шара. При этом количество "трудных" породных, промпродуктовых и частиц концентрата n в смеси будет:

$$\Sigma n = \frac{3 \cdot \gamma_d \cdot \gamma_n}{5 \cdot \rho_n \cdot \pi \cdot d^3} + \frac{3 \cdot \gamma_d \cdot \gamma_{nn}}{5 \cdot \rho_{nn} \cdot \pi \cdot d^3} + \frac{3 \cdot \gamma_d \cdot \gamma_k}{5 \cdot \rho_k \cdot \pi \cdot d^3} \quad (4)$$

где, γ_n – выход породной фракции; ρ_n – плотность породной фракции; γ_{nn} – выход промпродуктовой фракции; ρ_{nn} – плотность промпродуктовой фракции; γ_k – выход фракции концентрата; ρ_k – плотность фракции концентрата.

Рассмотрим гранулометрический состав исходного питания отсадочной машины ОМ-24 при обогащении мелкого машинного класса ЦОФ "Червоноградская" (табл. 1) [1].

Таблица 1

Класс, мм.	Выход, %	Зольность	Фракционный состав продуктов при плотности		
			>1800 кг/м ³	1800-1500 кг/м ³	<1500 кг/м ³
+13	4,3	53,2	26,2	32,1	41,7
12-13	13,5	45,0	30,5	18,2	51,3
11-12	10,2	42,8	24	21,5	54,5
10-11	8,1	44,1	23,5	23,5	52,9
9-10	10,6	45,6	26,4	28,7	44,9
8-9	9,1	44,8	24,1	27,8	48,1
7-8	9,5	44,0	25,3	24,7	50,0
6-7	8,3	41,5	28,1	17,2	54,7
5-6	7,4	45,1	22,3	28,4	49,3
4-5	6,1	42,3	23	24,7	52,3
3-4	4,2	44,2	20,8	27,9	51,3

Подготовительные процессы обогащения

2-3	4,5	41,8	19,4	24,5	56,1
1-2	3,5	44,4	22,5	24,8	52,7
+1	95,3	42,0	23,1	24,9	52,0
0-1	4,7	41,3	20,4	26,8	52,8

Графическое изображения гранулометрического состава выглядит следующим образом (рис 1.):

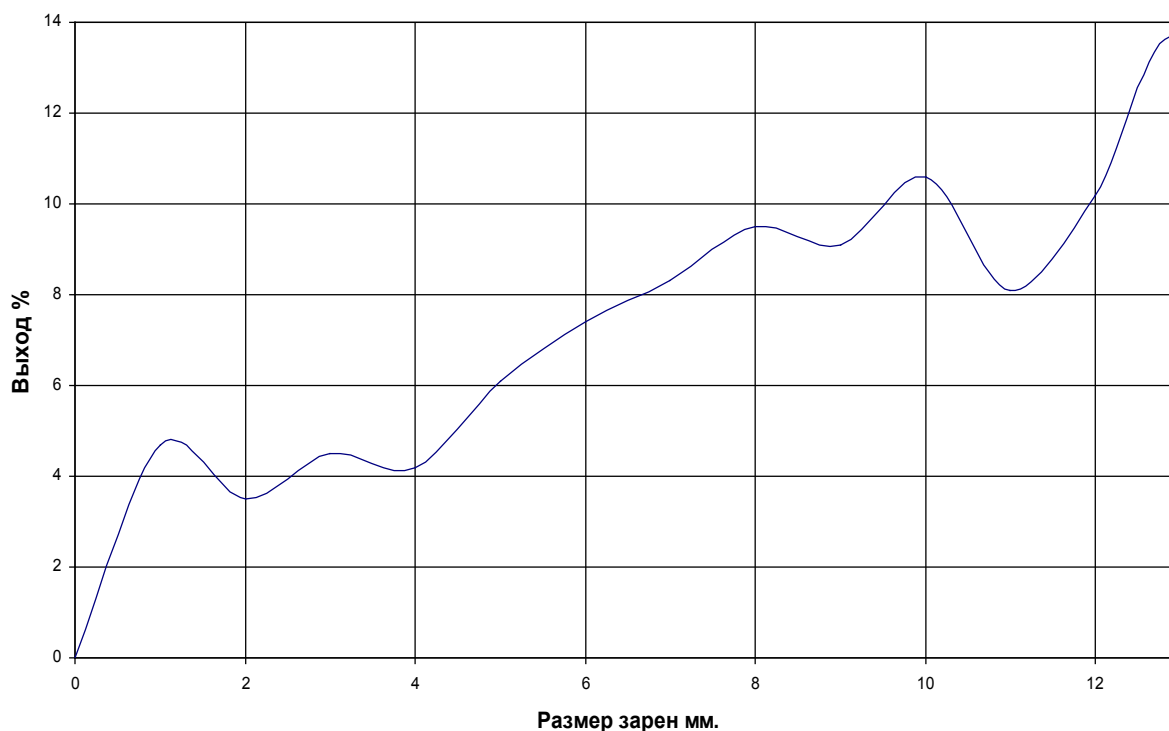


Рис. 1. Графическое изображения гранулометрического состава

На данной технологической операции возможно использование стандартных решет с размером ячейки как 4х20мм, так и 6х20мм. Выход "трудных" зерен для фракций составит при размере ячейки 6 мм. – $\gamma_d = 3,8\%$, при размере ячейки 4 мм. – $\gamma_d = 1,9\%$. Количество "трудных" зерен в единице объема будет соответственно $\sum n = 104\,941$ шт. $\sum n = 177\,649$ шт.

Из вышеизложенного следует, что в исходном материале "трудных" зерен для ячейки 4 мм зерен больше в 1,6 раза и соответственно будет больше вероятность засорения ячеек отсадочного решета. В данном случае, исходя из условия меньшего засорения ячеек отсадочного решета, целесообразнее принять стандартный размер ячейки 6х20мм.

Предложенная методика подбора размера ячейки отсадочного решета, с учетом гранулометрического и фракционного состава обогащаемого материала, позволит теоретически рассмотреть вероятность застревания трудных зерен в

ячейках решета и обосновать его геометрические параметры.

Список литературы.

- 1.А.Д. Полулях Технологические регламенты углеобогачительных фабрик, Днепропетровск: НГУ 2002г.
- 2.Н.А. Самылин Технология обогащения угля гидравлической отсадкой. Москва «Недра» 1967г.
- 3.Н.А. Самылин, А.А. Золотко, В.В. Починок Наладка и регулировка отсадочных машин на углеобогачительных фабриках. Москва Недра 1977г.
- 4.В.К. Турченко, А.К. Байдал Технология и оборудование для обогащения углей. Москва Недра 1995г.
- 5.Беловолов В.В., Бочков Ю.Н. и др. Техника и технология обогащения углей Москва, Наука, 1995г.

*Поступила в редколлегию
Рекомендована к публикации*

УДК 622.236.2

В.П. ФРАНЧУК, д-р техн. наук,
В.А. ФЕДОСКИН, канд. техн. наук,
В.В. СУХАРЕВ

ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАВНОМЕРНОСТИ ЗАГРУЗКИ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ВИБРАЦИОННОЙ МЕЛЬНИЦЫ

Наведено результати дослідження можливості отримання рівномірної подачі матеріалу. Показано вплив різних властивостей матеріалу на тривалість його руху. Аналізується доцільність ефективного використання завантажувальної камери горизонтального вібраційного млина.

Ключові слова: шар матеріалу, завантажувальна камера, горизонтальний вібраційний млин.

Приведены результаты исследования возможности получения равномерной подачи материала. Показано влияние различных свойств материалов на устойчивость его движения. Анализируется целесообразность эффективного применения загрузочной камеры горизонтальной вибрационной мельницы.

Ключевые слова: слой материала, загрузочная камера, горизонтальная вибрационная мельница.

Увеличение объема производства мелкодисперсных материалов, ужесточение требований к гранулометрическому составу измельченного продукта выдвигает задачу исследования существующих и создание новых

Подготовительные процессы обогащения

измельчителей с заданными силовыми параметрами воздействия на материал. Один из таких измельчителей – горизонтальная вибрационная мельница (рис.1), которая состоит из корпуса 1, установленного на упругие элементы 2 и снабженного инерционным вибровозбудителем 3. Корпус мельницы разделен на две части – помольную 4, с мелющими телами 5, и загрузочную 6.

Принцип работы мельницы заключается в следующем: исходный материал из загрузочной камеры 6 под действием возмущающей силы вибровозбудителя 3 непрерывно поступает в помольную камеру через загрузочное отверстие 7. При перемещении материала по днищу он подвергается ударному воздействию мелющих тел 5, измельчается и выгружается из камеры через загрузочное отверстие 8.

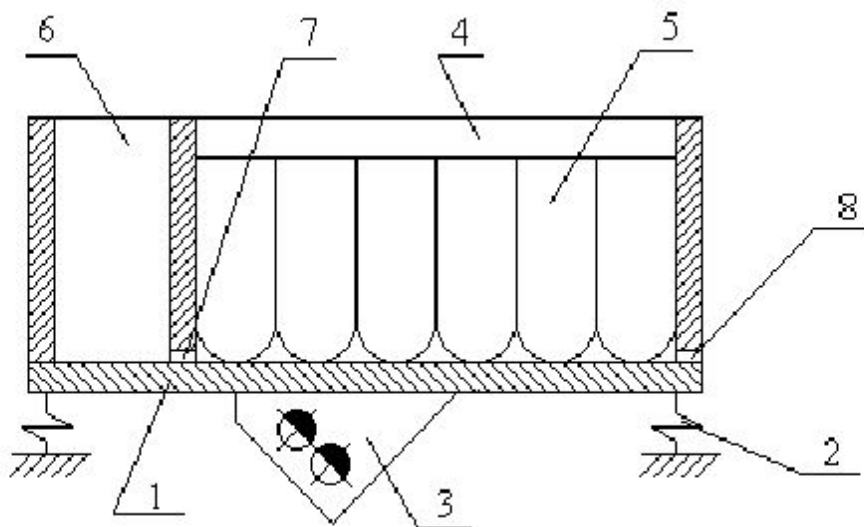


Рис.1

Рис. 1. Конструкция горизонтальной вибрационной мельницы

Эффективность работы такого типа мельницы обеспечивается формой мелющих тел, их массой, скоростью транспортирования материала по днищу камеры и т.д. Существенное влияние оказывает также высота слоя измельчаемого материала и равномерность его подачи в помольную камеру. Материала в помольную камеру можно загружать с помощью бункера, автономного вибрационного питающего устройства или загрузочной камеры, расположенной непосредственно в корпусе измельчителя.

Применение бункера не обеспечивает равномерной загрузки материала, а автономного вибрационного питающего устройства приводит к удорожанию конструкции. Для определения эффективности использования загрузочной камеры были проведены экспериментальные исследования движения материала внутри загрузочной камеры и равномерность подачи его через загрузочное отверстие в помольную камеру.

Подготовительные процессы обогащения

Ширина бункера, равная ширине помольной камеры, составляла 42 мм, длина 65, а высота 70 мм, возмущающая сила вибровозбудителя менялась от 700 до 1700 Н, угол между вектором возмущающего усилия и рабочей поверхностью 70 град, масса мельницы 79 кг, кинетостатический момент неуравновешенной массы вибровозбудителей равнялся 0,064 кгм. В качестве измельчаемого материала использовался песок крупностью -0,8 и -2...+0,8 мм, нитрид бора -3...+0,1 мм.

На рис.2 представлен график зависимости максимально возможной величины загрузочного отверстия δ от частоты вращения дебалансов, при котором обеспечивается равномерный выход песка крупностью -0,8 мм. Равномерная подача слоя материала постоянной толщины от 0 до 10мм обеспечивается при частоте колебаний короба 900-1200кол./мин и высоте материала в бункере (d) более 15 мм. С увеличением частоты колебаний толщина слоя равномерной подачи материала зависит от высоты материала в бункере. Так, при частоте колебаний 1500 кол./мин и высоте столба в бункере 15 мм равномерная подача отсутствует, при высоте столба 45мм она обеспечивается до 4мм.

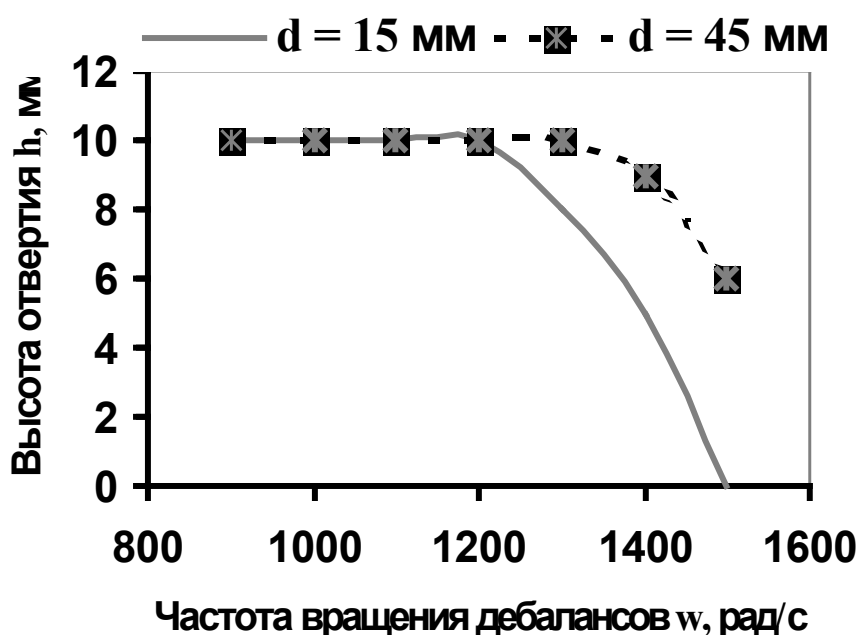


Рис. 2. Зависимость максимально возможной величины загрузочного отверстия δ от частоты вращения дебалансов, при котором обеспечивается равномерный выход песка

Подготовительные процессы обогащения

крупностью $-0,8$ мм

Зависимость высоты слоя материала от частоты возмущающей силы для песка крупностью $+0,8...-2$ мм приведены на рис. 3, в результате сравнения которой с предыдущей следует, что с увеличением крупности материала уменьшается область равномерной подачи материала, которая теперь составляет от 0 до 9 мм при частоте колебаний короба 900-1100 кол./мин.

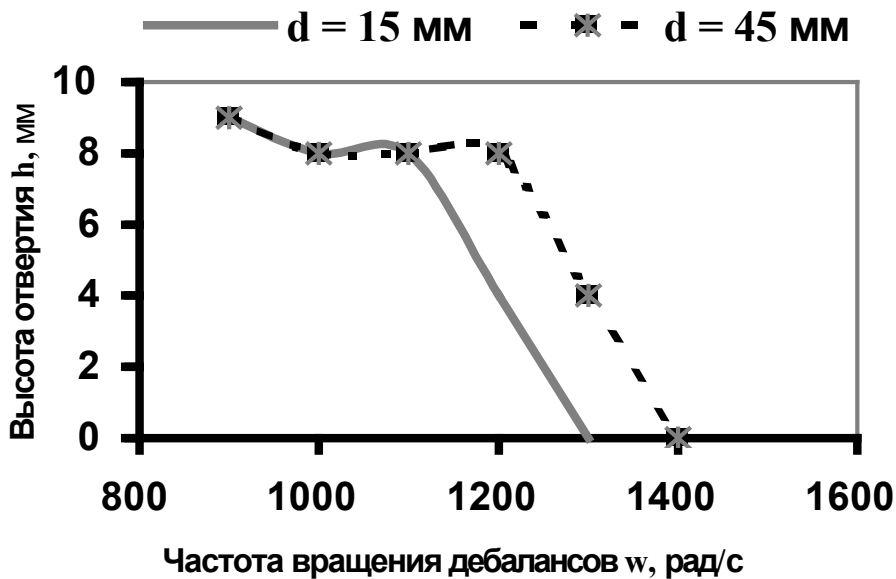


Рис. 3. Зависимость высоты слоя материала от частоты возмущающей силы для песка крупностью $+0,8...-2$ мм

При подаче в камеру измельчения нитрида бора крупностью $+0,1...-3$ мм характер графика почти не изменилась, сохранив общий вид зависимостей предыдущих опытов (рис.4).

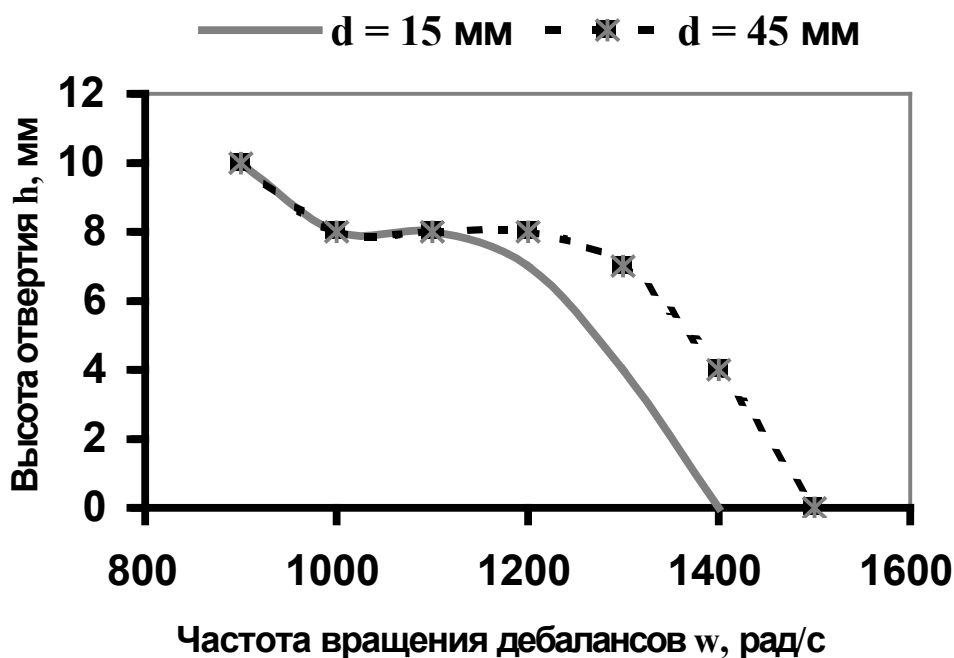


Рис. 4. Зависимость высоты слоя материала от частоты возмущающей силы при подаче в камеру измельчения нитрида бора крупностью +0,1...-3мм

Таким образом, с установкой в корпусе мельницы загрузочной камеры позволяет обеспечивается равномерное заполнение материалом камеры измельчения при определенных частотах и высоте загрузки бункера.

Список литературы

1. Гончаревич И.Ф. Вибрация – нестандартный путь: вибрация в природе и технике. – М.: Наука, 1986 – 209с., ил.
2. Членов В.А. Виброкипящий слой. – М.: Наука, 1975 – 343с.

*Поступила в редколлегию 26.04.2004 г.
Рекомендована к публикации*